

**PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT**

**This is to certify that the annexed is a true copy of the following  
application as filed with this Office.**

**Date of Application: September 25, 2003**

**Application Number: JP2003-333021**

**Applicant(s): Victor Company of Japan, Limited**

**December 11, 2003**

**Commissioner,  
Japan Patent Office**

**Yasuo IMAI**

**Number of Certification: 2003-3102722**

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    9 月 2 5 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 3 3 3 0 2 1  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 3 3 3 0 2 1 ]

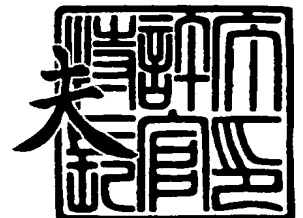
出      願      人                      日 本 ビ ク タ ー 株 式 会 社  
Applicant(s):



2 0 0 3 年 1 2 月 1 1 日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願  
【整理番号】 415000859  
【提出日】 平成15年 9月25日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 G11B 7/24  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3 丁目 1 2 番地 日本ビクター株  
                                式会社内  
    【氏名】 坏 収  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3 丁目 1 2 番地 日本ビクター株  
                                式会社内  
    【氏名】 山下 智  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3 丁目 1 2 番地 日本ビクター株  
                                式会社内  
    【氏名】 畠山 大  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000004329  
    【氏名又は名称】 日本ビクター株式会社  
    【代表者】 寺田 雅彦  
    【電話番号】 045-450-2423  
【先の出願に基づく優先権主張】  
    【出願番号】 特願2003- 87777  
    【出願日】 平成15年 3月27日  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 003654  
    【納付金額】 21, 000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1

## 【書類名】特許請求の範囲

## 【請求項 1】

情報を記録するための光情報記録媒体において、  
基板と、  
前記基板上に形成した複数層の一つとしての相変化型光記録層とを有し、  
前記相変化型光記録層は少なくとも Ti、In、Ge、Sb、Te を含み、Ti、In、Ge、Sb、Te の含有量(原子%)をそれぞれ  $v$ 、 $w$ 、 $x$ 、 $y$ 、 $z$  としたとき、含有量  $v$ 、 $w$ 、 $x$ 、 $y$ 、 $z$  は、  
0.  $3 \leq v \leq 4$   
0.  $3 \leq w \leq 3$   
3.  $4 \leq x \leq 14.5$   
2.  $1 \leq y/z \leq 4$   
 $v + w + x + y + z \leq 100$  (原子%)

なる関係を満たすことを特徴とする光情報記録媒体。

## 【請求項 2】

前記含有量  $v$ 、 $w$ 、 $x$ 、 $y$ 、 $z$  は、  
 $v + w + x + y + z \geq 98.8$  (原子%)  
なる関係を満たすことを特徴とする請求項 1 記載の光情報記録媒体。

【書類名】明細書

【発明の名称】光情報記録媒体

【技術分野】

【0001】

本発明は、光の照射により記録層を構成する原子の配列が変化して情報の記録または消去が行なわれる光情報記録媒体（光ディスク）に関するものである。

【背景技術】

【0002】

レーザビームの照射による情報の記録、再生及び消去可能な光メモリ媒体の一つとして、結晶-非晶質間、あるいは第1の結晶状態-第2の結晶状態の2つの結晶相間の転移を利用する、いわゆる相変化型光記録媒体がよく知られている。

【0003】

相変化記録方式に用いられる記録層材料としては、カルコゲン系合金薄膜を用いることが多い。その中で、GeSbTe系、AgInSbTe系合金薄膜は、書き換え可能な光ディスクとして実用化されている。

【0004】

記録原理は次の通りである。成膜直後の記録層は、非晶質状態で反射率は低い。まず、初めにレーザ光を照射して記録層を加熱し、ディスク全面を反射率の高い結晶状態にする。すなわち初期化を行う。通常この初期化は、ビーム径を数 $\mu\text{m}$ から100 $\mu\text{m}$ 程度に絞ったレーザビームを回転する媒体に照射することにより行う。

【0005】

初期化した光ディスクにレーザ光を局所的に照射して、記録層を溶融、急冷し、アモルファス状態に相変化させる。相変化に伴い記録層の光学的性質（反射率、透過率、複素屈折率等）が変化して、情報が記録される。

【0006】

再生は、記録時より弱いレーザ光を照射して、結晶とアモルファスとの反射率差、または位相差を検出して行う。書き換えは、結晶化を引き起こす低エネルギーの消去パワーの上に重畳した記録ピークパワーを記録層に投入し、消去過程を経ることなくすでに記録された記録マーク上にオーバーライトすることにより行う。

【0007】

ところで、初期化を行うには、かなり高出力のレーザが必要となる。この高出力のレーザにおいては、ビーム径が絞られているので少ないレーザパワーでもビーム光の密度は上がるが、数 $\mu\text{m}$ から100 $\mu\text{m}$ のビーム径を走査しての初期化は、従来から非常に時間を要していた。

【0008】

そこで、より低パワーで初期化が可能な、共晶系ではないGeTeとGe<sub>2</sub>Sb<sub>3</sub>を組み合わせで作るGeSbTe系の材料が開発され、その後、AgInSbTe系の材料が開発された。AgInSbTe系材料は、GeSbTe系に比べてより強いレーザパワーを必要とする。

【0009】

上記のGeSbTe系、AgInSbTe系材料の開発以降、レーザの短波長化や高出力化が進み、初期化装置として高出力のレーザを搭載したものが出現している。それに伴い、従来初期化が困難であった共晶系のGeSbTe系の材料開発が進み、現在に至っている。

【0010】

前記したGeSbTe系で、実用化されている材料以外の系統では、SbとTeの共晶組成でも結晶-非結晶状態が転移することがわかっている。

【0011】

SbとTeの共晶組成であるSb70%、Te30%（原子%）に第3元素、特にGeを加えた組成範囲を含む公知資料としては、特開平1-115685号公報、特開平1-

251342号公報、特開平1-303643号公報等を挙げることができる。また、さらに特性向上を目的としてInを添加した公知資料としては、特開2000-313170号公報を挙げることができる。

【特許文献1】特開平1-115685号公報

【特許文献2】特開平1-251342号公報

【特許文献3】特開平1-303643号公報

【特許文献4】特開2000-313170号公報

【0012】

これまで、相変化材料を使った光ディスクの記録方法はDVD-ROMで使われている波長650nm付近の赤色レーザ光、またはそれよりも波長の長いレーザ光を用いて行われてきた。しかし、近年、波長400nm付近で発光する半導体レーザが市場に登場してきた。さらに対物レンズは、その開口数(NA)がより高くなり、ビームをより絞ることができるようになってきた。

【0013】

これは、より短い波長のレーザと、高いNAの対物レンズとを組み合わせることで、ビームスポット径が小さくなり、それだけ光ディスクの記録密度を上げることができるからである。そこで、青色レーザを用いた光ディスクシステムの検討が、各社で進められている。そして近年、波長405nmの青色レーザとNAが0.85の対物レンズを用いたBlue-ray Discという光ディスクの規格が策定され、次世代の光ディスクとして注目を浴びている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

青色レーザを用いることにより、従来の赤色レーザを用いたものより高密度記録を実現する光ディスクでは、波長の短い青色レーザに対応し、かつ、短いパルス幅でも十分に記録が可能であり、しかも、書き換えができることが要求される。

【0015】

従来の材料のうち、共晶組成近傍のGeSbTe系の材料は、青色レーザのシステムである程度記録再生することが可能であることを、実験で確認している。また、記録再生特性を向上させるために、GeSbTe系材料の構成元素のうち、SbとTe量のバランスを調整することで結晶化速度を制御し、記録時の対応線速度を変えることができることを実験で確認している。

【0016】

また、Geの量は記録材料の安定性に大きく影響し、適度な範囲の量であればビーム径が小さくエネルギー密度の高い青色レーザに対する再生耐久性を向上することができる。

【0017】

しかしながら、より高密度記録を行うためには、更なる記録再生特性の向上、すなわち、再生パワーの向上と、ジッタの減少が必要であるが、記録材料としてGeSbTe系材料を使った光ディスクでは、その点に関し、特性上に限界がある。

【0018】

上記の特許文献1～4に記載の構成では、本発明が意図する十分な記録再生特性、コントラスト、かつ、再生光耐久性の高い、この種の光情報記録媒体を得ることはできないものである。

【0019】

そこで本発明では、青色レーザを使ったシステムでの優れた記録再生特性を示し、再生光に対し強い耐久性を示し、コントラストが高く、かつ、書き換えによる劣化が少ない、光ディスクを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0020】

本発明は上記目的を達成するため、以下の光情報記録媒体(a)(b)を提供するもの

である。

(a) 情報を記録するための光情報記録媒体 10 において、基板 1 と、前記基板上に形成した複数層の一つとしての相変化型光記録層 4 とを有し、前記相変化型光記録層 4 は少なくとも Ti、In、Ge、Sb、Te を含み、Ti、In、Ge、Sb、Te の含有量(原子%)をそれぞれ  $v$ 、 $w$ 、 $x$ 、 $y$ 、 $z$  としたとき、含有量  $v$ 、 $w$ 、 $x$ 、 $y$ 、 $z$  は、

$$0.3 \leq v \leq 4$$

$$0.3 \leq w \leq 3$$

$$3.4 \leq x \leq 14.5$$

$$2.1 \leq y/z \leq 4$$

$$v + w + x + y + z \leq 100 \text{ (原子\%)}$$

なる関係を満たすことを特徴とする光情報記録媒体。

(b) 前記含有量  $v$ 、 $w$ 、 $x$ 、 $y$ 、 $z$  は、

$$v + w + x + y + z \geq 98.8 \text{ (原子\%)}$$

なる関係を満たすことを特徴とする (a) 記載の光情報記録媒体。

【発明の効果】

【0021】

本発明は、GeSbTe 系の記録材料では達成することができなかった、青色レーザを用いたシステムにおいての記録再生特性を向上させ、高出力の再生光に耐えることが可能になり、高いコントラストを得ることができ、より低いジッタでの記録が可能で、低回数の書き換えでもジッタ上昇が抑制できる光情報記録媒体が得られるものである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、本発明の一実施形態である光情報記録媒体について、添付図面に基づいて説明する。なお、以下に述べる実施例は本発明の好適な具体例であるから、技術的に好ましい種々の限定が付されているが、本発明の範囲は、以下の説明において特に本発明を限定する旨の記載がない限り、これらの態様に限られるものではない。

【0023】

図 1 は、本発明に係る光情報記録媒体（光ディスク）の基本構成の一実施形態を示す断面図、図 2 は、記録時のストラテジのパターンを示す図、図 3 は、本発明に係る光ディスクの基本構成の他の実施形態を示す断面図である。

【0024】

図 1 に示す本発明の一実施形態における光ディスク 10 は、基板 1 上に反射層 2 を、この反射層 2 上に第一保護層 3 を、この第一保護層 3 上に記録層 4 を、この記録層 4 上に第二保護層 5 を、そしてこの第二保護層 5 上に接着層 6 を介してカバーシート 7 を設けて構成したものである。本実施形態における光ディスク 10 は、基板 1 の上方に記録層 4 を有し、基板 1 とは異なる側からの光の照射によりこの記録層 4 を構成する原子の配列が変化して、情報の記録および消去が行われる。

【0025】

ここで、レーザ光（レーザビーム）は、カバーシート 7 側から入射するが、カバーシート 7 を設けず、基板 1 側からレーザビームを入射してもよい。また、反射率が十分得られる場合には、前記した反射層 2 を設けない構成としてもよい。

【0026】

図 3 は、基板 1 側からレーザビームを入射する他の実施形態の断面図を示す。図 3 において、図 1 と実質的に同一部分には同一符号を付してある。この他の実施形態における光ディスク 20 は、基板 1 上に第二保護層 5 を、この第二保護層 5 上に記録層 4 を、この記録層 4 上に第一保護層 3 を、この第一保護層 3 上に反射層 2 を、そしてこの反射層 2 上に保護コート 8 を設けて構成したものである。

【0027】

本実施形態における光ディスク 10、20 に用いる基板 1 としては、ガラス、プラスチック、ガラス上に光硬化性樹脂を設けたもの等のいずれであってもよいが、コストを含む

生産性の面ではプラスチックが好ましく、中でもポリカーボネート樹脂が好ましい。

#### 【0028】

反射層 2 の材質としては、光反射性を有する Al、Au、Ag などの金属、及びこれらを主成分とし、Ti、Cr、Pd、Cu などの添加元素を含む合金、及び Al、Au、Ag などの金属に Al、Si などの金属窒化物、金属酸化物、金属カルコゲン化物などの金属化合物を混合したものなどが挙げられる。Al、Au、Ag などの金属、及びこれらを主成分とする合金は、光反射性が高く、かつ熱伝導率を高くできることから好ましい。反射層 2 の厚さとしては、おおむね 5 nm 以上 300 nm 以下である。

#### 【0029】

記録層 4 を誘電体層となる第一、第二保護層 3、5 の間に挟むことによって、基板 1、記録層 4 が記録時にレーザービームの照射熱によって変形し、記録特性が劣化することを防止することができる。第一、第二保護層 3、5 にはこのように、基板 1、記録層 4 を熱から保護する効果や、光学的な干渉効果により、再生時の信号コントラストを改善する効果、更には、記録層 4 の結晶化を促進して、消去率を向上させる効果もある。

#### 【0030】

この第一、第二保護層 3、5 としては例えば、ZnS-SiO<sub>2</sub>、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> などの無機薄膜が用いることができる。その他には、Si、Ge、Al、Ti、Zr、Ta などの金属、あるいは半導体の酸化物の薄膜、Si、Ge、Al などの金属、あるいは半導体の窒化物の薄膜、Ti、Zr、Hf、Si などの金属、あるいは半導体の炭化物の薄膜、ZnS、In<sub>2</sub>S<sub>3</sub>、TaS<sub>4</sub>、GeS<sub>2</sub> 等の金属、あるいは半導体の硫化物の薄膜、及びこれら化合物の 2 種類以上の混合物の膜が、耐熱性が高く、化学的に安定なことから好ましい。

#### 【0031】

加えて、原子の拡散がないものが用いられることが好ましい。前記した金属、あるいは半導体の酸化物、硫化物、窒化物、炭化物は必ずしも化学量論的組成をとる必要はなく、屈折率等の制御のために組成を制御したり、混合して用いることも有効である。

#### 【0032】

また、前記した金属、あるいは半導体の酸化物、硫化物、窒化物、炭化物に MgF<sub>2</sub> などのフッ化物を混合してなる第一、第二保護層 3、5 も、膜（層）の残留応力が小さいことから好ましい。特に ZnS と SiO<sub>2</sub> の混合膜は、記録、消去の繰り返しによっても、記録感度、C/N、消去率などの劣化が起きにくいことから好ましい。第一、第二保護層 3、5 の厚さは、およそ 5 nm ～ 200 nm である。

#### 【0033】

詳細に述べると、第一保護層 3 の厚さは、C/N、消去率などの記録特性の劣化が起きにくく、安定に多数回の書換えが可能なることから、5 nm ～ 30 nm が好ましい。第二保護層 5 の厚さは、記録層 4 や接着層 6 から剥離し難く、クラックなどの欠陥が生じ難いことから、30 nm ～ 200 nm が好ましい。第一、第二保護層 3、5 は、同一ではなく異なる化合物から構成されてもよい。

#### 【0034】

記録層 4 の厚さは、特に限定するものではないが、3 nm ～ 100 nm である。特に記録、消去感度が高く、多数回の記録消去が可能であることから 3 nm 以上 30 nm 以下とすることが好ましい。

#### 【0035】

本実施形態の光ディスク 10、20 の記録に用いる光源としては、レーザー光（レーザービーム）を用いることが好ましく、その波長範囲は主に近赤外域の 830 nm から紫外域の 300 nm である。1 次光を 2 次高調波発生素子（SHG 素子）を用いて短波長化した光源を利用することもできる。

#### 【0036】

続いて、図 2 を参照して記録時のストラテジについて説明する。本発明の光ディスク 10 への記録は、結晶状態の記録層 4 にレーザー光パルスなどを照射して加熱してから急冷し



た後に、アモルファスの記録マークを形成して行う。

#### 【0037】

実用的には、結晶化を引き起こす低エネルギーの消去パワー（P2）の上に重畳した記録ピークパワー（P1）を記録層4に投入することにより、消去過程を経ることなくすでに記録された記録マーク上にオーバーライトする。このときの記録レーザパルスは、記録マーク長より短い複数のパルスに分割される。

#### 【0038】

本発明では、波長405nmのレーザダイオード、開口数NA=0.85の光学レンズ（対物レンズ）を搭載したシバソク社製光ディスクドライブテスト（LM330A）を用いて記録（1ビーム・オーバーライト）を行った。初期化装置は、シバソク社製イニシャライザ（LK201A）を使用した。

#### 【0039】

前述したように、共晶組成近傍のGeSbTe系の材料は、青色レーザを使用したシステムで、ある程度記録再生することが可能であることが実験で確認されている。また、記録再生特性を向上させるために、GeSbTe系材料の構成元素のうち、SbとTe量のバランスを調整することで結晶化速度を制御し、記録時の対応線速度を変えることも実験で確認されている。

#### 【0040】

また、Geの量は記録材料の安定性に大きく影響し、適度な範囲の量であればビーム径が小さくエネルギー密度の高い青色レーザに対する再生耐久性を向上することができることも、実験で確認されているものである。

#### 【0041】

そこで、前記したGeSbTe系について18個のサンプルを作成して実験を行った。結果を表1に示す。この18個の中から、再生劣化が0.2dB以下で、かつ、初期ジッタが9%以下の条件を満足するサンプル12個を抽出した。これら12個のサンプルは前記条件を満たしたことから、GeSbTeの組成量（原子%）と、Sb/Te比が所定の範囲にある場合には、青色レーザに対応し、かつ、短いパルス幅でも十分に記録が可能であり、しかも書き換えができる範囲のものであると思われる。

#### 【0042】

【表1】

Sample No.	Ge (%)	Sb (%)	Te (%)	Sb/Te	再生劣化0.2dB以下	ジッタ9%以下
1	2.3	74.1	23.6	3.1		
2	3.4	72.9	23.7	3.1	○	○
3	4.2	63.2	32.6	1.9		○
4	4.3	65.1	30.6	2.1	○	○
5	4.5	67.8	27.7	2.4	○	○
6	4.5	78.2	17.3	4.5		○
7	4.6	76.2	19.2	4.0	○	○
8	4.8	71.9	23.3	3.1	○	○
9	6.2	69.2	24.6	2.8	○	○
10	6.4	70.6	23.0	3.1	○	○
11	6.5	70.2	23.3	3.0	○	○
12	7.2	75.4	17.4	4.3	○	
13	7.8	60.2	32.0	1.9	○	
14	8.5	72.1	19.4	3.7	○	○
15	8.7	69.7	21.6	3.2	○	○
16	11.1	69.2	19.7	3.5	○	○
17	14.5	65.3	20.2	3.2	○	○
18	15.8	66.5	17.7	3.8	○	

## 【0043】

しかしながら、これら12個のサンプルは、青色レーザを使ってより高密度の記録を行うためには、前記した如く耐久再生パワーの向上と、ジッタの低減の点で満足できるものではなかった。すなわち、相変化型光記録層としてGeSbTe系の材料を用いた光ディスクは、耐久再生パワー出力としては、せいぜい0.36mW程度であるためコントラストが取れない。従って、C/Nが悪くなり、ジッタの低減にはつながらず、また、書き換えの際、特に2回目の記録の際にジッタが悪くなってしまうという傾向がある。これは、再生光に対する耐久性を維持するよう組成比を決定しているため、初回記録時のマークが十分消去しきれないことが原因である。

## 【0044】

Blu-ray Discの規格では再生光に対する耐久性について、HF変調された再生光を0.30mWのパワーでスチル再生した時にディスクの劣化があってはならないとされている。また、再生光の変調のパラメータである周波数、パルス幅、ピークパワーと平均パワーの比などを踏まえて、規格のディスクの測定時の再生パワーは0.35mWが基準となっている。つまり、実質的には0.35mWのパワーでの再生によるディスク劣化が無いことが必要となる。

## 【0045】

加えて、実際のディスクドライブを想定すると使用環境によるレーザパワーの変動が考えられるので、規格値からさらに5%程度高くなることも想定しなければならない。つまり、Blu-ray Discの場合、0.35mWに対し、5%高い0.3675mW、現実的にレーザパワー出力は0.01mW刻みで設定するので、0.37mW以上の再生光に耐えなくてはならない。そのため、GeSbTe系材料で構成される記録材料は更なる記録再生特性の向上が必要なものであった。

## 【0046】

本発明では、かかる点を解決するために、相変化型光記録層としてのGeSbTe系の材料において、SbとTeのバランスを所定範囲に設定し、かつ、Geの量を特定した。更にこれらGeSbTe系の材料を元に、新規にチタン(Ti)およびインジウム(In)を適量添加することで、GeSbTeのみの記録材料に比べて、青色レーザを使ったシステムでの優れた記録再生特性を示すと共に、再生光に対し強い耐久性を示し、低回数書き換えで劣化が少ない光ディスクを得ることができたものである。以下その点につき具体的に説明する。

## 【0047】

なお、以下の本実施例の説明においては、前記した次世代青色レーザに対応し、かつ、短いパルス幅でも十分に記録が可能であり、しかも書き換えができる範囲に入っていた12個のサンプルをベースとし、この12個のうち更に4個を選択した。この選択した4個のサンプルにTiおよびInを添加することによって、従来構成では到底奏し得ず、本実施例構成によって初めて特有の効果を奏し得た点につき説明する。

## 【実施例1】

## 【0048】

直径120mmのポリカーボネート基板1にまず、反射層2としてAg合金、第一保護層3としてZnS-SiO<sub>2</sub>、さらに記録層4としてTiInGeSbTe、第二保護層5としてZnS-SiO<sub>2</sub>を順にスパッタリング法により形成した。その後、UV硬化樹脂を接着層6として用い、その上にカバーシート7を貼り合わせた。この時の各層の膜厚は、反射層2を200nm、第一保護層3を8nm、記録層4を14nm、第二保護層5を36nmとした。

## 【0049】

また、記録層4の組成は、原子%でTi0.5%、In0.5%、Ge3.4%、Sb72.3%、Te23.3%とした。貼り合わせた後、接着層6を十分硬化させるためにUV照射を行った。その後、レーザービームスポット径120μmのインシャライザで初期化条件を線速度4m/s、送りピッチ40μmに固定し、レーザ出力570mWで初期

化を行った。

【0050】

その後、1-7変調された情報信号を5.28m/sで、図2に示すストラテジで記録再生を行った。1T=15.1nsecとし、P1=5.2mW、P2=2.7mW、P3=0.1mW、P4=0.1mW、ストラテジ(T)をT1=0.4T、T2=0.4T、T3=0.7T、T4=0.7Tでグループに記録し、再生信号の振幅の中心でスライスしてクロック・トゥー・データ・ジッタ(clock to data jitter)を測定した。以上の条件は表2の記録条件一覧のサンプル2(Sample No.2)に示す。

【0051】

【表2】

Sample No.	記録パワー(mW)				ストラテジ(T)			
	P1	P2	P3	P4	T1	T2	T3	T4
2	5.2	2.7	0.1	0.1	0.4	0.4	0.7	0.7
4	5.2	2.7	0.1	0.1	0.4	0.4	0.7	0.7
7	5.2	3.4	0.1	0.1	0.5	0.5	0.8	0.8
17	5.2	2.7	0.1	0.1	0.4	0.4	0.7	0.7

【0052】

ジッタは、タイムインターバルアナライザ(型式TA520:横河電機(株)製)を用いて測定した。初回記録後の初期ジッタは、記録マークの始端と後端の平均で6.91%であり、2回目の記録後のジッタは7.11%であり、良好な記録ができた。本実施例1は2-v11として表3に示す。なお、初期ジッタ値とは、光ディスクそのもののジッタであって、Blu-ray Disc規格では、装置(ハード)側を含めてのジッタ値は、10%以下、さらに10回までの低回数書き換えで11%以下とされている。従って、少なくとも光ディスク単体での初期ジッタ値は、8%以下、低回数記録で最もジッタが上昇する2回記録後にも8%以下に抑えられていることが好ましい。表3において、Yは上記初期ジッタ及び2回記録後ジッタ、並びに、下記耐久再生パワーがBlu-ray Disc規格を満たすもの、Nは満たさないものに記した。

【0053】

【表3】

Sample No.	2-v1	2-v11	2-v12	2-v13	2-v14	2-v15	2-v5	2-v51	2-v52	2-v53	2-v54	2-v55
Ge(%)	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
Sb(%)	72.7	72.3	71.9	71.1	70.4	69.6	70.0	69.6	69.3	68.5	67.7	67.0
Te(%)	23.4	23.3	23.2	23.0	22.7	22.5	22.6	22.5	22.3	22.1	21.9	21.6
Ti(%)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
In(%)	0.0	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	0.0	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0
Sb/Te	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
平均初期ジッタ(%)	6.98	6.91	6.83	6.86	6.89	7.02	7.58	7.48	7.34	7.35	7.41	7.66
2回記録後ジッタ(%)	8.05	7.11	7.04	7.08	7.17	7.21	8.74	7.69	7.54	7.49	7.57	7.94
ジッタ上昇(%)	1.07	0.20	0.21	0.22	0.28	0.19	1.16	0.21	0.20	0.14	0.16	0.28
耐久再生パワー(mW)	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.33	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.33
		Y	Y	Y	Y	N		Y	Y	Y	Y	N

【0054】

また、同一ディスクに前記したストラテジで2T長の単一信号を記録した。記録したトラックをスチル再生し、C/Nを測定した。この時、再生パワーを0.30mWから0.40mWまで0.01mW刻みで変えて、スチル再生開始直後と5分経過後のC/Nを測定した。ここで、スチル再生開始直後と5分経過後のC/N差が0.2dB以下の範囲内

に収まる再生パワーの最大値を、耐久再生パワーとした。C/Nは、スペクトラムアナライザをはじめとする測定誤差が0.2 dB程度ある。

#### 【0055】

再生光による劣化がある場合、C/Nの劣化はスチル再生1分程度で殆ど確認できる。この場合、5分経過後にはC/N劣化量は0.2 dBを確実に上回り、劣化したことを十分確認できる。そこで、再生光による劣化の判定基準をC/N差0.2 dBとした。

#### 【0056】

前記測定によると、この実施例1の光ディスクのスチル再生開始直後のC/Nは、50.2 dB、5分経過後のC/Nも、50.2 dBであった。C/Nの測定値は、スペクトラムアナライザを用いてデータを16回取り込み、その平均値とした。

#### 【0057】

このように、この実施例1の光ディスクにおいては、スチル再生開始直後のC/Nと5分経過後のC/Nは何等変化がなく、すなわち、再生劣化がなく安定した性能を有する光ディスクであることが分かる。

#### 【0058】

ここで、再生光について説明する。記録するマークのうち、ジッタが最も悪いのは、記録するのが難しい最短マークである2Tマークである。これは、記録するときのレーザ照射時間、つまりマーク形成時間が最も短いため、マーク形成に手間取るからである。このことから、2Tマークのジッタを、例えば9%以下に抑えることができれば、全マークは確実に9%以下に抑えることができ、従って、総合したジッタを大きく低減する事ができる。この2T単独のジッタが9%になるために必要なC/Nは、51.0 dB以上であることが実験で分かっている。

#### 【0059】

ここで、Tiが含有されていないGeSbTeを相変化記録層とした場合に、前述したBlu-ray Discの規格に基づく0.30 mWのパワーで再生すると、50.0 dBのC/Nとなる。このとき再生光を耐久パワー最大の0.36 mWまで引き上げても、せいぜい50.0 dBにとどまり、51.0 dBには達しないことが実験的に確認されている。

#### 【0060】

一方、Tiが含有されているGeSbTeを相変化記録層とした本実施例1(2-v11)の場合は、耐久再生パワーは0.38 mW~0.40 mWである。これは、Tiは高融点元素であり、熱的に非常に安定であること、相変化記録層を構成するGe、Sb、Teおよび、隣接する保護層を形成する材料とも反応しない安定した物質であること、適量の添加により、記録膜中でこのTiがアンカとして働き、記録マーク形成時にマークエッジがより鋭くなることでジッタが低減することによると思われる。さらに、前記した如く高融点材料ということと熱的耐久性がよいため、再生光に対しより強いパワーまで耐えることができるからとも思われる。

#### 【0061】

本実施例1(2-v11)を前述したBlu-ray Discの規格に基づく0.30 mWのパワーで再生した場合、C/Nは最大で50.2 dBであるが、0.38 mWまで再生パワーを上げた場合、スチル再生開始直後のC/Nは51.1 dB、5分経過後のC/Nも同じく51.1 dBであり、C/Nは51.1 dBに到達することができた。これらを表4に示す。すなわち、記録するのが難しい最短マークである2Tマークの形成時でも、この2T単独のジッタを9%に抑えるために必要なC/N条件を、十分に満足しているものであった。

#### 【0062】

【表 4】

再生パワー(mW)	0.3mW		0.38mW	
	C/N(dB)		C/N(dB)	
Sample No.	スチル開始直後	5分後	スチル開始直後	5分後
2-v11~v14、v51~v54	50.2	50.2	51.1	51.1
4-v11~v14、v51~v54	50.1	50.1	51.1	51.1
7-v11~v14、v51~v54	50.2	50.2	51.2	51.2
17-v11~v14、v51~v54	50.2	50.2	51.3	51.3

## 【0063】

さらに表3を参照すると、Inを添加していないサンプル2-v1に比べ、本実施例1(2-v11)は初期ジッタはほとんど変わらないが、2回記録後のジッタは小さくなり、Inを添加することでジッタ上昇がわずかに抑えられている事が分かる。

## 【0064】

ちなみにInが含まれない状態でサンプル2について、初期ジッタと2回記録後のジッタ、耐久再生パワーを示したものが表5である。表5によると、GeSbTeにTiを添加することで初期ジッタの低減、再生光の耐久性向上という効果は得られたが、2回目の記録によるジッタの上昇にはほとんど変化がないことが分かる。従って表3に示される2回目の記録のジッタ上昇抑制効果は、Inによってもたらされたと考えられる。これは、Inが低融点材料ということで記録光照射時に記録膜の溶融が円滑に進行し、消し残りの少ない書き換えができるからと思われる。

## 【0065】

【表 5】

Sample No.	2	2-v1
Ge(%)	3.4	3.4
Sb(%)	72.9	72.7
Te(%)	23.7	23.4
Ti(%)	0.0	0.5
In(%)	0.0	0.0
平均初期ジッタ(%)	7.95	6.98
2回記録後ジッタ(%)	9.02	8.02
ジッタ上昇(%)	1.07	1.04
耐久再生パワー(mW)	0.34	0.38

## 【0066】

続けて、Geの量とSb/Teの比を本実施例1と同じとし、SbとTeの量を変えながら実験を行った。Tiの量を0.5%と固定し、Inの量を1.0~4.0%とした場合を2-v12~v15、Tiの量を4.0%と固定し、Inの量を0.5~4.0%とした場合を2-v51~v55とした。結果を表3に示す。

## 【0067】

Tiの量が0.5%でも4.0%でも、Inの量が0.5%以上になるとジッタ上昇の抑制が確認できた。しかし、In量が4.0%になると耐久再生光パワーは、In量が3.0%以下の時に0.38mWであったのに対し、0.33mWまで低下してしまった。これはInの添加量が多すぎると融点の低いInは再生光に対して劣化が著しくなり、記録マークが再結晶化して消えてしまうためであると思われる。

## 【0068】

Tiの量が0.5~4.0%かつ、Inの量が0.5~3.0%の時に初期ジッタは8%以下、2回記録後のジッタが8%以下、耐久再生パワーが0.38mWとなり、この例(2-v12~v14、2-v51~v54)におけるいずれの光ディスクも、Blur-ray Disc規格を充分満足する光ディスクであることが分かる。

## 【0069】

ここでTiの量については前記4個のサンプルをInを添加しない条件でテストし、最適なTi量の範囲を検出した。表6~9に各サンプルの評価結果を示す。いずれのサンプルにおいてもTi量が0.5~4.0%の時に、再生光に対する耐久性の向上とジッタ低減が確認できた。

## 【0070】

【表6】

Sample No.	2	2-v1	2-v2	2-v3	2-v4	2-v5	2-v6	2-v7
Ge(%)	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
Sb(%)	72.9	72.7	72.3	71.5	70.8	70.0	69.3	68.5
Te(%)	23.7	23.4	23.3	23.1	22.8	22.6	22.3	22.1
Ti(%)	0.0	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
Sb/Te	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
耐久再生パワー(mW)	0.34	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
平均初期ジッタ(%)	7.95	6.98	6.89	6.97	7.11	7.58	8.87	9.92

## 【0071】

【表7】

Sample No.	4	4-v1	4-v2	4-v3	4-v4	4-v5	4-v6	4-v7
Ge(%)	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3
Sb(%)	65.1	64.5	64.2	63.5	62.8	62.1	61.4	60.8
Te(%)	30.6	30.7	30.5	30.2	29.9	29.6	29.3	28.9
Ti(%)	0.0	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
Sb/Te	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
耐久再生パワー(mW)	0.34	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
平均初期ジッタ(%)	8.52	7.48	7.14	7.08	7.22	7.76	9.04	10.12

## 【0072】

【表 8】

Sample No.	7	7-v1	7-v2	7-v3	7-v4	7-v5	7-v6	7-v7
G (%)	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
Sb (%)	76.2	75.9	75.5	74.7	73.9	73.1	72.3	71.5
Te (%)	19.2	19.0	18.9	18.7	18.5	18.3	18.1	17.9
Ti (%)	0.0	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
Sb/Te	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
耐久再生パワー(mW)	0.34	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
平均初期ジッタ(%)	8.28	7.42	7.02	6.82	6.98	7.36	8.51	9.63

【0073】

【表 9】

Sample No.	17	17-v1	17-v2	17-v3	17-v4	17-v5	17-v6	17-v7
Ge (%)	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5
Sb (%)	65.3	64.8	64.4	63.6	62.9	62.1	61.3	60.6
Te (%)	20.2	20.2	20.1	19.9	19.6	19.4	19.2	18.9
Ti (%)	0.0	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
Sb/Te	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
耐久再生パワー(mW)	0.36	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
平均初期ジッタ(%)	8.02	7.14	7.05	7.02	7.16	7.28	8.55	9.78

【0074】

表 6 に示したサンプル 2 については、1-7 変調された情報信号を 5.28 m/s で、図 2 に示すストラテジで記録再生を行った。1T=15.1 nsec とし、P1=5.2 mW、P2=2.7 mW、P3=0.1 mW、P4=0.1 mW、ストラテジ (T) を T1=0.4 T、T2=0.4 T、T3=0.7 T、T4=0.7 T でグループに記録し、再生信号の振幅の中心でスライスしてクロック・トゥー・データ・ジッタを測定した。以上の条件は表 2 の記録条件一覧のサンプル 2 (Sample No.2) に示す。

【0075】

ここで、表 2 に示した各サンプル (2、4、7、17) の条件が、上述の表 3、6-9 記載のいずれのものに対応するかを説明する。サンプル 2 の条件は表 6 の Sample No. 2、2-v1-v7、表 3 の 2-v11-v15、v51-v55、サンプル 4 の条件は表 7 の Sample No. 4、4-v1-v7、サンプル 7 の条件は表 8 の Sample No. 7、7-v1-v7、サンプル 17 の条件は表 9 の Sample No. 17、17-v1-v7 において適用した。

【0076】

同様に、後述の表 10-16 に対応したものもここで示す。サンプル 2 の条件は表 13 の Sample No. 2-v20-v26、サンプル 4 の条件は表 10 の Sample No. 4-v11-v15、v51-v55、表 14 の 4-v20-v26、サンプル 7 の条件は表 11 の Sample No. 7-v11-v15、v51-v55、表 15 の 7-v20-v26、サンプル 17 の条件は表 12 の Sample No. 17-v11-v15、v51-v55、表 16 の 17-v20-v26 において適用した。表 10-16 において、上記同様 Y は初期ジッタ及び 2 回記録後ジッタ、並びに、耐久再生パワーが Blue-ray Disc 規格を満たすもの、N は満たさないものに記した。

【0077】

【表 10】

Sample No.	4-v1	4-v11	4-v12	4-v13	4-v14	4-v15	4-v5	4-v51	4-v52	4-v53	4-v54	4-v55
Ge (%)	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3
Sb (%)	64.5	64.2	63.8	63.1	62.5	61.8	62.1	61.8	61.4	60.8	60.1	59.4
Te (%)	30.7	30.5	30.4	30.1	29.7	29.4	29.6	29.4	29.3	28.9	28.6	28.3
Ti (%)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
In (%)	0.0	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	0.0	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0
Sb/Te	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
平均初期ジッタ (%)	7.48	7.45	7.44	7.46	7.45	7.62	7.76	7.68	7.72	7.7	7.74	7.91
2回記録後ジッタ (%)	8.62	7.67	7.61	7.64	7.62	7.88	8.83	7.91	7.98	7.92	7.95	8.19
ジッタ上昇 (%)	1.14	0.22	0.17	0.18	0.17	0.26	1.07	0.23	0.26	0.22	0.21	0.28
耐久再生パワー (mW)	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.34	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.34
		Y	Y	Y	Y	N		Y	Y	Y	Y	N

【0078】

【表 11】

Sample No.	7-v1	7-v11	7-v12	7-v13	7-v14	7-v15	7-v5	7-v51	7-v52	7-v53	7-v54	7-v55
Ge (%)	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
Sb (%)	75.9	75.5	75.1	74.3	73.5	72.7	73.1	72.7	72.3	71.5	70.7	69.9
Te (%)	19.0	18.9	18.8	18.6	18.4	18.2	18.3	18.2	18.1	17.9	17.7	17.5
Ti (%)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
In (%)	0.0	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	0.0	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0
Sb/Te	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
平均初期ジッタ (%)	7.42	7.39	7.4	7.37	7.39	7.51	7.36	7.34	7.35	7.33	7.31	7.43
2回記録後ジッタ (%)	8.46	7.63	7.62	7.58	7.61	7.78	8.45	7.62	7.61	7.51	7.54	7.71
ジッタ上昇 (%)	1.04	0.24	0.22	0.21	0.22	0.27	1.09	0.28	0.26	0.18	0.23	0.28
耐久再生パワー (mW)	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.34	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.34
		Y	Y	Y	Y	N		Y	Y	Y	Y	N

【0079】

【表 12】

Sample No.	17-v1	17-v11	17-v12	17-v13	17-v14	17-v15	17-v5	17-v51	17-v52	17-v53	17-v54	17-v55
Ge (%)	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5
Sb (%)	64.8	64.4	64.0	63.2	62.5	61.7	62.1	61.7	61.3	60.6	59.8	59.0
Te (%)	20.2	20.1	20.0	19.8	19.5	19.3	19.4	19.3	19.2	18.9	18.7	18.5
Ti (%)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
In (%)	0.0	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	0.0	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0
Sb/Te	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
平均初期ジッタ (%)	7.14	7.09	7.12	7.10	7.14	7.18	7.28	7.25	7.26	7.24	7.27	7.39
2回記録後ジッタ (%)	8.22	7.31	7.36	7.33	7.41	7.45	8.52	7.47	7.49	7.51	7.54	7.66
ジッタ上昇 (%)	1.08	0.22	0.24	0.23	0.27	0.27	1.24	0.22	0.23	0.27	0.27	0.27
耐久再生パワー (mW)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.35	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.35
		Y	Y	Y	Y	N		Y	Y	Y	Y	N

【実施例 2】

【0080】

次にGeの量を4.3%、Sb/Teの比を2.1とし、SbとTeの量を変えながら実験を行った。Tiの量を0.5%に固定し、Inの量を0.5~4.0%とした場合を4-v11~v15として、また、Tiの量を4.0%に固定し、Inの量を0.5~4.0%とした場合を4-v51~v55とした。結果を表10に示す。Tiの量が0.5~4.0%かつ、Inの量が0.5~3.0%の時に初期ジッタは8%以下、2回記録後のジッタが8%以下、耐久再生パワーが0.38mWとなった。この例(4-v11~v14、4-v51~v54)におけるいずれの光ディスクも、Blu-ray Disc



規格を充分満足する光ディスクであることが分かる。

【実施例 3】

【0081】

次に Ge の量を 4.6%、Sb/Te の比を 4 とし、Sb と Te の量を変えながら実験を行った。Ti の量を 0.5% に固定し、In の量を 0.5~4.0% とした場合を 7-v11~v15 とし、また、Ti の量を 4.0% に固定し、In の量を 0.5~4.0% とした場合を 7-v51~v55 とした。結果を表 11 に示す。Ti の量が 0.5~4.0% かつ、In の量が 0.5~3.0% の時に初期ジッタは 8% 以下、2 回記録後のジッタが 8% 以下、耐久再生パワーが 0.38 mW となった。この例 (7-v11~v14、7-v51~v54) におけるいずれの光ディスクも、Blu-ray Disc 規格を充分満足する光ディスクであることが分かる。

【実施例 4】

【0082】

次に Ge の量を 14.5%、Sb/Te の比を 3.2 とし、Sb と Te の量を変えながら実験を行った。Ti の量を 0.5% に固定し、In の量を 0.5~4.0% とした場合を 17-v11~v15 とし、また、Ti の量を 4.0% に固定し、In の量を 0.5~4.0% とした場合を 17-v51~v55 とした。結果を表 12 に示す。Ti の量が 0.5~4.0% かつ、In の量が 0.5~3.0% の時に初期ジッタは 8% 以下、2 回記録後のジッタが 8% 以下、耐久再生パワーが 0.40 mW となった。この例 (17-v11~v14、17-v51~v54) におけるいずれの光ディスクも、Blu-ray Disc 規格を充分満足する光ディスクであることが分かる。

【0083】

ここで更なる研究を行い、Ti の量と In の量について以下のことを明らかにした。引き続き実施例を示す。

【0084】

【表 13】

	2-v20	2-v21	2-v22	2-v23	2-v24	2-v25	2-v26
Ge (%)	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
Sb (%)	72.9	72.6	72.4	72.1	71.3	70.5	69.8
Te (%)	23.4	23.4	23.4	23.2	23.0	22.8	22.5
Ti (%)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
In (%)	0.0	0.3	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0
Sb/Te	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
平均初期ジッター (%)	6.98	6.95	6.91	6.83	6.86	6.89	7.02
2回記録後ジッター (%)	8.05	7.16	7.11	7.04	7.08	7.17	7.21
ジッター上昇 (%)	1.07	0.21	0.20	0.21	0.22	0.28	0.19
耐久再生パワー (mW)	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.33
		Y	Y	Y	Y	Y	N

【0085】

【表 14】

Sample No.	4-v20	4-v21	4-v22	4-v23	4-v24	4-v25	4-v26
Ge (%)	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3
Sb (%)	64.5	64.4	64.3	63.9	63.3	62.6	61.9
Te (%)	30.7	30.7	30.6	30.5	30.1	29.8	29.5
Ti (%)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
In (%)	0.0	0.3	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0
Sb/Te	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
平均初期ジッター (%)	7.48	7.46	7.45	7.44	7.46	7.45	7.62
2回記録後ジッター (%)	8.62	7.69	7.67	7.61	7.64	7.62	7.88
ジッター上昇 (%)	1.14	0.23	0.22	0.17	0.18	0.17	0.26
耐久再生パワー(mW)	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.34
		Y	Y	Y	Y	Y	N

【0086】

【表 15】

Sample No.	7-v20	7-v21	7-v22	7-v23	7-v24	7-v25	7-v26
Ge (%)	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
Sb (%)	75.9	75.8	75.7	75.3	74.5	73.7	72.9
Te (%)	19.0	19.0	18.9	18.8	18.6	18.4	18.2
Ti (%)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
In (%)	0.0	0.3	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0
Sb/Te	4	4	4	4	4	4	4
平均初期ジッター (%)	7.42	7.4	7.39	7.4	7.37	7.39	7.51
2回記録後ジッター (%)	8.46	7.63	7.63	7.62	7.58	7.61	7.78
ジッター上昇 (%)	1.04	0.23	0.24	0.22	0.21	0.22	0.27
耐久再生パワー(mW)	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.34
		Y	Y	Y	Y	Y	N

【0087】

【表 16】

Sample No.	17-v20	17-v21	17-v22	17-v23	17-v24	17-v25	17-v26
Ge (%)	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5
Sb (%)	65.0	64.7	64.5	64.2	63.4	62.6	61.9
Te (%)	20.2	20.2	20.2	20.0	19.8	19.6	19.3
Ti (%)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
In (%)	0.0	0.3	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0
Sb/Te	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
平均初期ジッター (%)	7.14	7.11	7.09	7.12	7.10	7.14	7.18
2回記録後ジッター (%)	8.22	7.34	7.31	7.36	7.33	7.41	7.45
ジッター上昇 (%)	1.08	0.23	0.22	0.24	0.23	0.27	0.27
耐久再生パワー(mW)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.35
		Y	Y	Y	Y	Y	N

【実施例 5】

【0088】

本実施例 1 と同様に、Ge の量を 3.4%、Sb/Te の比を 3.1 とし、Sb と Te

の量を変えながら実験を行った。Tiの量を0.3%に固定し、Inの量を0~4.0%とした場合を2-v20~v26とした。結果を表13に示す。Inの量が0.3~3.0%の時に初期ジッタは8%以下、2回記録後のジッタが8%以下、耐久再生パワーが0.38mWとなった。この例(2-v21~v25)におけるいずれの光ディスクも、Blu-ray Disc規格を充分満足する光ディスクであることが分かる。

#### 【実施例6】

##### 【0089】

次に本実施例2と同様に、Geの量を4.3%、Sb/Teの比を2.1とし、SbとTeの量を変えながら実験を行った。Tiの量を0.3%に固定し、Inの量を0~4.0%とした場合を4-v20~v26とした。結果を表14に示す。Inの量が0.3~3.0%の時に初期ジッタは8%以下、2回記録後のジッタが8%以下、耐久再生パワーが0.38mWとなった。この例(4-v21~v25)におけるいずれの光ディスクも、Blu-ray Disc規格を充分満足する光ディスクであることが分かる。

#### 【実施例7】

##### 【0090】

次に本実施例3と同様に、Geの量を4.6%、Sb/Teの比を4とし、SbとTeの量を変えながら実験を行った。Tiの量を0.3%に固定し、Inの量を0~4.0%とした場合を7-v20~v26とした。結果を表15に示す。Inの量が0.3~3.0%の時に初期ジッタは8%以下、2回記録後のジッタが8%以下、耐久再生パワーが0.38mWとなった。この例(7-v21~v25)におけるいずれの光ディスクも、Blu-ray Disc規格を充分満足する光ディスクであることが分かる。

#### 【実施例8】

##### 【0091】

次に本実施例4と同様に、Geの量を14.5%、Sb/Teの比を3.2とし、SbとTeの量を変えながら実験を行った。Tiの量を0.3%に固定し、Inの量を0~4.0%とした場合を17-v20~v26とした。結果を表15に示す。Inの量が0.3~3.0%の時に初期ジッタは8%以下、2回記録後のジッタが8%以下、耐久再生パワーが0.40mWとなった。この例(17-v21~v25)におけるいずれの光ディスクも、Blu-ray Disc規格を充分満足する光ディスクであることが分かる。

##### 【0092】

以上の実施例5~8より、Tiの量とInの量が0.3%以上記録層4に含まれていれば、光ディスクは充分にBlu-ray Disc規格を満足できることが判った。

#### 【比較例】

##### 【0093】

直径120mmのポリカーボネート基板1に、まず、反射層2としてAg合金、第一保護層3としてZnS-SiO<sub>2</sub>、さらに記録層4としてGeSbTe、第二保護層5としてZnS-SiO<sub>2</sub>をこの順にスパッタリング法により形成した。その後、UV硬化樹脂を接着層6として、カバーシート7を貼りあわせた。この時の各層の膜厚は、反射層2を200nm、第一保護層3を8nm、記録層4を14nm、第二保護層5を36nmとした。

##### 【0094】

また、記録層4の組成は、原子%でGe8.7%、Sb69.7%、Te21.6%とした。貼り合わせた後、接着層6を十分硬化させるためにUV照射を行った。その後、レーザービームスポット径120μmのイニシャライザで初期化条件を線速度4m/s、送りピッチ40μmに固定し、レーザー出力570mWで初期化を行った。

##### 【0095】

その後、1-7変調された情報信号を線速度5.28m/sで、図2に示すストラテジで記録再生を行った。1T=15.1nsecとし、P1=5.2mW、P2=2.7mW、P3=0.1mW、P4=0.1mW、T1=0.4T、T2=0.4T、T3=0.7T、T4=0.7Tでグループに記録し、再生信号の振幅の中心でスライスしてクロ

ック・トゥー・データ・ジッタを測定した。

【0096】

ジッタは、タイムインターバルアナライザ（型式TA520：横河電機（株）製）により測定した。初回記録後のジッタは、記録マークの始端と後端の平均では7.8%であり、通常の記録ができた。2回記録後のジッタは8.9%であった。

【0097】

また、同一ディスクに前記したストラテジで2T長の単一信号を記録した。記録したトラックをスチル再生し、C/Nを測定した。この時、再生パワーをディスクが劣化しない値である0.30mWとし、スチル再生開始直後と5分経過後のC/Nを測定した。開始直後のC/Nは50.0dB、5分経過後のC/Nは変わらず50.0dBであった。

【0098】

ここで、再生パワーを耐久パワー最大の0.36mWまで引き上げてもC/Nは50.0dBにとどまり、前記した2T単独のジッタが9%になるために必要なC/Nの51.0dBに到達することはなかった。

【0099】

C/Nの測定はスペクトラムアナライザを用い、16回データを取り込み行い、その平均値をC/Nの測定値とした。ここで測定誤差として0.2dB程度の誤差は生じ得るので、再生劣化試験開始前後のC/N変化は0.2dB以下であれば良好であると見なした。なお、上述した測定方法、条件および機器は本実施例1～8で用いたものと同様のものである。

【0100】

また、前記した記録層4の組成（Ge8.7%、Sb69.7%、Te21.6%）以外の組成を検討した。検討した組成を表1に示す。

【0101】

この表1より明らかな如く、相変化型光記録層4としてGeSbTe系の材料を用い、青色レーザを使った光ディスクシステムに対応すると共に、再生光に対し強い耐久性を示す光ディスク10としては、Ge、Sb、Teの組成範囲が、原子%でGe3.4%以上14.5%以下、かつ、Sb/Teが2.1以上4以下であれば、再生パワー0.30mWによるスチル再生でC/Nの劣化が0.2dB以内であり、初期ジッタが9%以下であることがわかる。

【0102】

なお、上記した好適な組成範囲は、再生劣化が起きない範囲である。以下、その点につき詳述する。まず、Geの範囲について説明する。

【0103】

Geの量は、それを増加させるとコントラストの向上や、環境負荷の耐性が強くなるなどの効果が出てくる。最小値は3.4%（原子%）としたが、測定誤差を考慮すると、若干ずれることもある。なお、Geの量が少ない場合は、特にジッタが低減できないという実験結果が出ている。しかしながら、Geの量は多ければ多いほど良いというものではない。

【0104】

すなわち、Geの量が増えた場合には相対的にSbの量が減るために、結晶化速度が遅くなる。すなわち、速い線速度での記録、書き換えができないことにつながる。また、同じSb/Teの比でも、Sbの原子%（量）が少ない方が、結晶化速度が遅くなるという実験結果が出ている。従って、この場合は書き換えによる消し残りができてしまうことになる。

【0105】

一方で、Geの量の増加は、結晶化速度を上昇させる。高い温度で結晶化させた記録膜は、記録しても再生劣化が非常に少ない、高耐久性を示すが、結晶化温度を上げすぎると、初期化自体が困難になってしまうものである。実験可能な範囲では、14.5%（原子%）が上限となった。

## 【0106】

次に、Sb/Teの比について説明する。前記した如く、Sb/Teの比は、結晶化速度に影響する。この比が大きいと、結晶化速度は速くなり、より速い線速度で記録、書き換えが可能となる。逆に、この比が小さいと結晶化速度は遅くなる。本実施例では、遅い限界を2.1としたが、これはこのあたりで初期化工程の結晶化が困難となったからである。また、2.1を切った場合、結晶化状態が不安定ということもあり、記録時のコントラストが悪くなることや、オーバライトができなくなるなどの弊害も発生してしまうものである。

## 【0107】

一方、速い限界を4としたが、この比率が上がると結晶化し易いため、記録時にアモルファスマークの形成が十分に行われぬ。また、形成できたとしても記録したアモルファスマークの再生光に対する強度が悪く、記録したところをスチル再生した場合、記録したマークが消えていってしまうことになる。

## 【0108】

比較例で実験した、表1のSample No. 15の組成は、それ自体は良好な特性を示し、再生パワーは0.35mWまで耐えることができたが、前記した如く、C/Nは、せいぜい50.0dB止まりであるので、2T単独のジッタが9%以下であることを望む事はできないものである。すなわち、本発明が意図している、Blu-ray Disc規格を満足する高出力の再生光に耐えることが可能で、より低いジッタでの記録が可能な光情報記録媒体を得ることができないものである。

## 【0109】

記録層4の組成には、微量ではあるがFe、Al、Siのような不純物が混入している。これまで述べてきたように、記録層4の構成元素の総量を原子%で100%としたときに、前記不純物の総量は1%未満に抑えることができていた。ここで、前記各不純物を1元素ずつ記録層4の組成（本実施例1、2-v11）に添加し、その影響を調べた。その結果を表17～19に示す。表17～19において、上記同様Yは初期ジッタ及び2回記録後ジッタ、並びに、耐久再生パワーがBlu-ray Disc規格を満たすもの、Nは満たさないものに記した。

## 【0110】

【表17】

不純物添加1%

	2-v11	添加元素1%		
		Fe	Al	Si
Ge(%)	3.4	3.4	3.4	3.4
Sb(%)	72.3	71.5	71.5	71.5
Te(%)	23.3	23.1	23.1	23.1
Ti(%)	0.5	0.5	0.5	0.5
In(%)	0.5	0.5	0.5	0.5
添加元素(%)	0.0	1	1	1
Sb/Te	3.1	3.1	3.1	3.1
平均初期ジッタ(%)	6.91	6.94	6.92	6.93
2回記録後ジッタ(%)	7.11	7.17	7.12	7.14
ジッタ上昇(%)	0.20	0.23	0.20	0.21
耐久再生パワー(mW)	0.38	0.38	0.38	0.38
		Y	Y	Y

## 【0111】

【表 18】

不純物添加1.1%

	2-v11	添加元素1.1%		
		Fe	Al	Si
Ge(%)	3.4	3.4	3.4	3.4
Sb(%)	72.3	71.5	71.5	71.5
Te(%)	23.3	23.0	23.0	23.0
Ti(%)	0.5	0.5	0.5	0.5
In(%)	0.5	0.5	0.5	0.5
添加元素(%)	0.0	1.1	1.1	1.1
Sb/Te	3.1	3.1	3.1	3.1
平均初期ジッタ(%)	6.91	7.52	7.24	7.26
2回記録後ジッタ(%)	7.11	7.98	7.67	7.68
ジッタ上昇(%)	0.20	0.46	0.43	0.42
耐久再生パワー(mW)	0.38	0.38	0.38	0.38
		Y	Y	Y

【0112】

【表 19】

不純物添加1.2%

	2-v11	添加元素1.2%		
		Fe	Al	Si
Ge(%)	3.4	3.4	3.4	3.4
Sb(%)	72.3	71.4	71.4	71.4
Te(%)	23.3	23.0	23.0	23.0
Ti(%)	0.5	0.5	0.5	0.5
In(%)	0.5	0.5	0.5	0.5
添加元素(%)	0.0	1.2	1.2	1.2
Sb/Te	3.1	3.1	3.1	3.1
平均初期ジッタ(%)	6.91	8.15	7.48	7.34
2回記録後ジッタ(%)	7.11	8.87	8.14	8.04
ジッタ上昇(%)	0.20	0.72	0.66	0.70
耐久再生パワー(mW)	0.38	0.38	0.38	0.38
		N	N	N

【0113】

Fe、Al、Si（不純物）を1.0～1.2%（原子%）の間で添加した。不純物添加量が1.0%であるとき、初期ジッタは8%以下、2回記録後のジッタが8%以下、耐久再生パワーが0.38mWとなった。表17における不純物が添加されたいずれの光ディスクも、Blu-ray Disc規格を充分満足する光ディスクであることが分かる。

【0114】

不純物添加量が1.1%であるとき、初期ジッタは8%以下、2回記録後のジッタが8%以下、耐久再生パワーが0.38mWとなった。表18における不純物が添加されたいずれの光ディスクも、Blu-ray Disc規格を充分満足する光ディスクであることが分かる。

【0115】

不純物添加量が1.2%であるとき、いずれの光ディスクも2回記録後のジッタが8%以上となった。従って、表19における不純物が添加されたいずれの光ディスクも、Blu-ray Disc規格を満足する光ディスクではないことが分かる。

【0116】

以上のことから、記録層4の構成元素（Ti、In、Ge、Sb、Te）の総量が98.8%以上であれば、不純物の影響を受けずに、初期ジッタ及び2回記録後のジッタが小さい、高出力の再生パワーにも耐える光情報記録媒体が得られる。なお、不純物を1.1

%含む場合はジッタの上昇率が大きいいため、不純物添加量が1.0%以下、すなわち記録層4の構成元素の総量が90.0%以上であることがより好ましい。

【0117】

以上詳述したことから明らかなように、本発明の光情報記録媒体は基板と、基板上に形成された複数層の一つとしての相変化型光記録層とを有し、前記相変化型光記録層は少なくともTi、In、Ge、Sb、Teを含み、Ti、In、Ge、Sb、Teの含有量(原子%)をそれぞれv、w、x、y、zとしたとき、含有量v、w、x、y、zは、

$$0.3 \leq v \leq 4$$

$$0.3 \leq w \leq 3$$

$$3.4 \leq x \leq 14.5$$

$$2.1 \leq y/z \leq 4$$

という関係を満たすものである。

本実施例では、 $v + w + x + y + z = 100$  (原子%)としたが、若干量他の物質が含まれていてもよい。すなわち、 $v + w + x + y + z \leq 100$  (原子%)。ただし、 $v + w + x + y + z \geq 98.8$ が必要であり、更には $v + w + x + y + z \geq 99.0$ が好ましい。以上のことを特徴とする本実施例1～8の構成によれば、GeSbTeのみの記録材料では到底達成できない有利な特性結果が得られることが理解できる。

【図面の簡単な説明】

【0118】

【図1】本発明に係る光ディスクの基本構成の一実施形態を示す断面図である。

【図2】記録時のストラテジのパターンを示す図である。

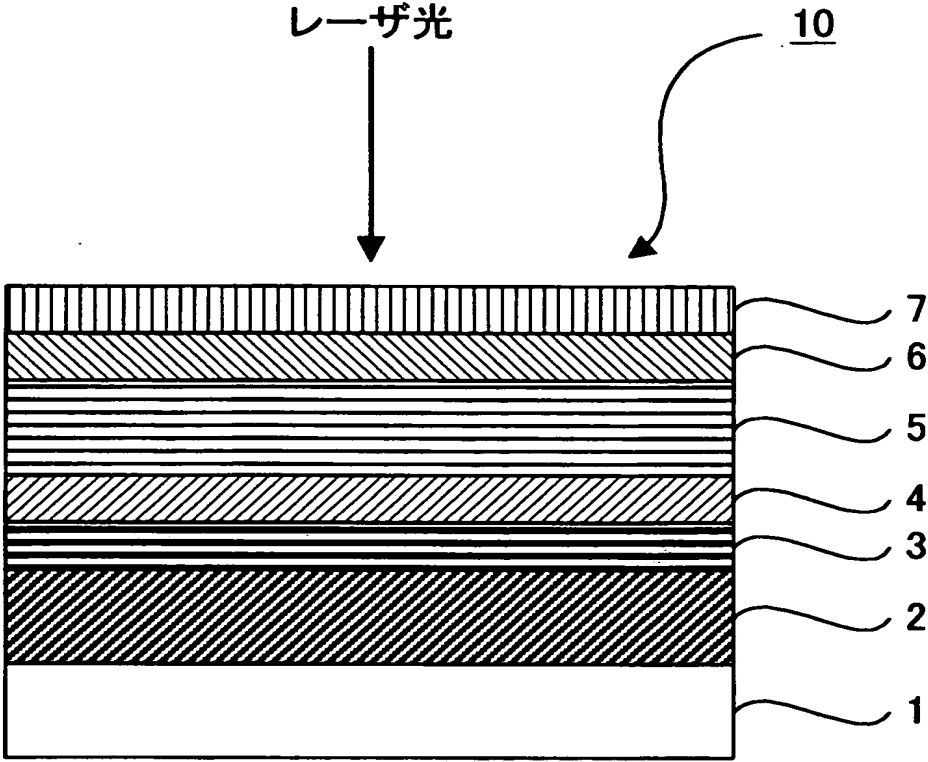
【図3】本発明に係る光ディスクの基本構成の他の実施形態を示す断面図である。

【符号の説明】

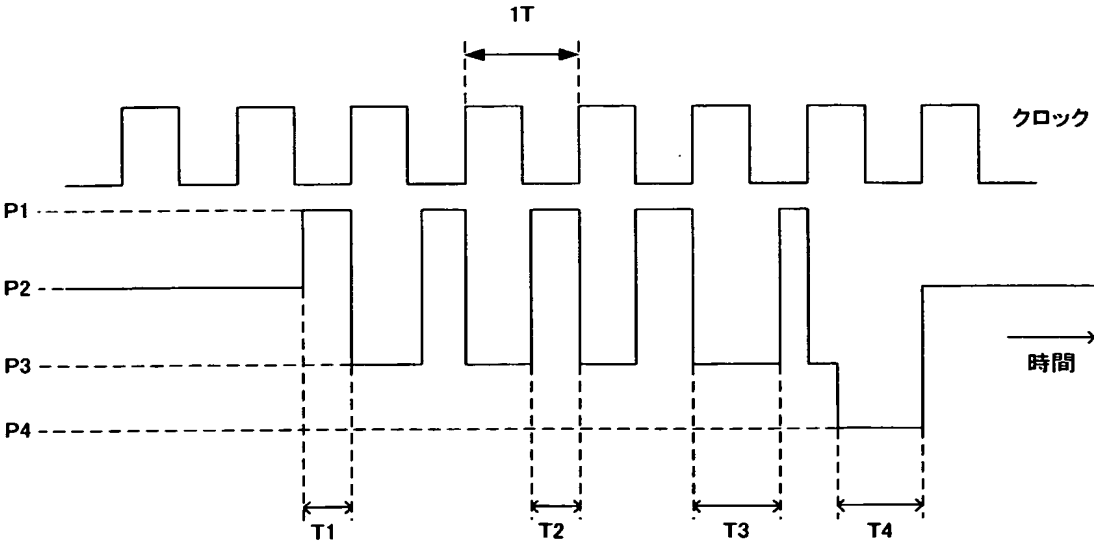
【0119】

- 1 基板
- 2 反射層
- 3 第一保護層
- 4 記録層
- 5 第二保護層
- 6 接着層
- 7 カバーシート
- 8 保護コート
- 10 光情報記録媒体
- 20 光情報記録媒体

【書類名】 図面  
【図 1】

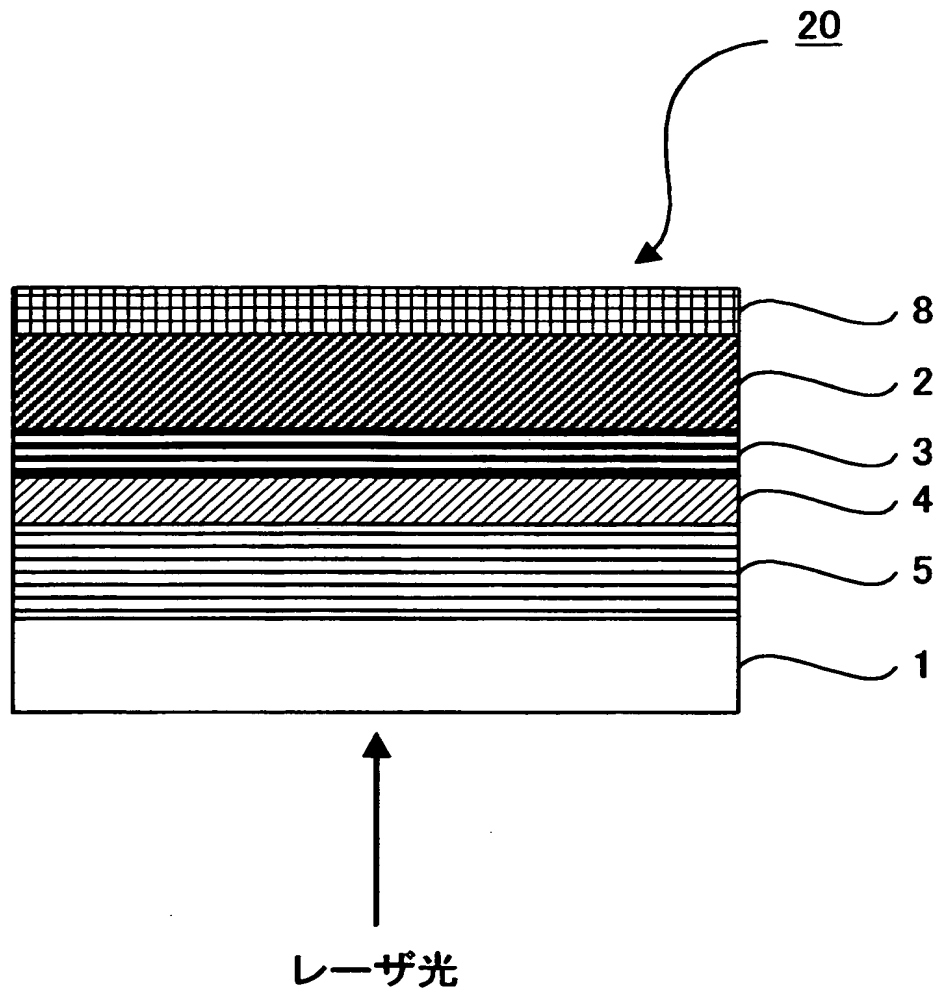


【図 2】





【図 3】



## 【書類名】 要約書

## 【要約】

【課題】 青色レーザを使ったシステムでの優れた記録再生特性を示し、再生光に対し強い耐久性を示し、コントラストが高く、かつ、書き換えによる劣化が少ない、光ディスクを提供する。

【解決手段】 光情報記録媒体 10 は少なくとも反射層 2、第一保護層 3、相変化型光記録層 4、第二保護層 5 をこの順に積層したものを基板 1 上に設け、第二保護層 5 側からの光の照射により相変化型光記録層 4 を相変化させることにより情報の記録を行う。相変化型光記録層 4 は少なくとも Ti、In、Ge、Sb、Te を含む。Ti、In、Ge、Sb、Te の含有量(原子%)をそれぞれ  $v$ 、 $w$ 、 $x$ 、 $y$ 、 $z$  としたとき、含有量  $v$ 、 $w$ 、 $x$ 、 $y$ 、 $z$  は、 $0.3 \leq v \leq 4$ 、 $0.3 \leq w \leq 3$ 、 $3.4 \leq x \leq 14.5$ 、 $2.1 \leq y/z \leq 4$ 、 $v + w + x + y + z \leq 100$  (原子%) である。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 3 3 3 0 2 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 4 3 2 9 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県横浜市神奈川区守屋町 3 丁目 1 2 番地

氏 名

日本ビクター株式会社